

## 環境公害의 概念(3)

徐 富 甲\*

### 10. 중금속류에 의한 대기공해

금속류 중에서 比重이 4.0 이상되는 금속을 重金屬類(heavy metal)라고 하여 약 60종이 있다. 그러나 이들 중에서 대기공해와 직접 관련되는 것으로서는 납(鉛, Pb), 수은(Hg), 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 구리(銅, Cu), 망간(Mn), 아연(亞鉛, Zn), 셀렌(Se), 바나듐(V), 크롬(Cr), 코발트(Co) 및 안티몬(Sb) 등이 있고 이들 중에서 Ni, Cd, Pb, Hg 등은 동물의 생명유지에 불필요한 元素인데도 인위적인 생산활동에 의해 끊임없이 生物圈(biosphere)의 환경내로 대량방출 됨으로써 공해원으로 작용하고 있다. 그러나 이들 중에서 특히 생명유지에 절대적 필수요소가 되면서도 그 양이 과다할 때에는 강력한 毒性을 발휘할 수 있는 것들도 있는데 여기에는 Fe를 제외한 Cu, Co, Zn, Cr, Mn 등의 미량원소(essential elements)가 있다. 예컨대, 이들의 생리적 기능을 살펴보면 Fe는 헤모글로빈(hemoglobin, Hb) 및 수많은 호흡 효소계의 일종인 시토크롬(cytochrome)에 불가결한 성분이고 다음 Cu도 Hb를 갖지 않은 軟體동물의 호흡효소인 헤모시아닌(hemocyanin)의 성분으로 중요시되며 또 Mn은 망이나 콜린(choline) 대사에서 효소반응에 절대적인 원소로 꼽힌다. 그리고 Zn도 DNA(diribonucleic acid)나 기타 단백질의 합성을 조절하거나 骨格과 피부형성에 관여하고 한편 Cr중 3價크롬(6價크롬은 강독성)은 糖이나 脂質 등의 대사에 필수적인 요소인 동시에 인슐린(insulin)의 생리학적 기능을 돕기도 한다. 끝

\* 서울市立大學校 명예교수

으로 CO는 vitamin B<sub>12</sub>의 주성분이기도 하며 생체내에서 物質代謝(metabolism)에 관여하는 효소들을 활성화 시키기도 한다.

그러나 공해론적 입장에서 보는 중금속류들은 有機金屬化合物로서 휘발되는 것이 있는가 하면 지방조직에 침착되기도 쉽고 또는 연소와 과열 과정에서 방출·비산되는 금속 霧(metal fume)은 그 크기가 1 $\mu$ m 이하로 매우 작아 더욱 광범위하게 대기 중으로 확산되기 쉽기 때문에 각종 해당공장지대의 근접지역은 쉽게 오염된다.

따라서 공해에 있어서 중요시 되는 중금속류들 몇가지만 골라 다음에 설명하기로 한다.

#### 1) 납(lead, Pb)

대기공해 중에서 대표적인 오염원인데 이것은 지구상에서 가장 많이 생산되고 인간생활에 가장 많이 사용되는 중금속 중의 하나인 고로 그의 피해율도 비례하여 크기 때문에 이른바 「직업병」의 원인물질로 지목되고 있다.

납 오염원은 건전지, 활자, 땀납 및 도료 등의 제조시에 발생하는 일이 많다. 특히 가솔린(gasolin) 중에는 0.02~0.07% 가량의 납이 함유되어 있고 이것이 연소될때 배출되는 배기가스내의 납이 분진에 흡착되기 때문에 이러한 곳의 토양이나 여기서 성장된 식물들은 연쇄적 오염을 받게 되고 이것이 「먹이사슬」을 통하여 다시 사람이나 동물에게 피해를 주고 만다.

그러나 물이나 식품오염원을 통하여 경구적 섭취가 되는 것은 소화관으로 부터 쉽게 배설되는 반면에 대기오염원으로서 흡입되는 것은 경구적인 경우의 5배나 강한 피해를 입힐 수 있음이

확인 되었다. 또한 혈액내 오염납은 혈장에서 보다는 적혈구(RBC)에서 1.5배 가량 더 흡수된다고 하며 이밖에도 軟組織, 신장 및 간 그리고 骨組織 등에도 흡착된다.

사람의 납중독 증상으로서서는 첫째로 造血機能 障害로 인한 비혈증상이며 이 증상이 계속되면 결국 신경계통이 침해되므로 시신경 위축에 의한 失明이 될 위험이 많고 또한 사지의 경련이나 뇌성마비를 일으키기도 한다. 특히 임신부에서의 조산이나 유산도 문제되며 결과적으로 불임증으로 발전되는 수도 있다.

가축에 대한 납중독은 소나 개에서 흔히 볼 수 있는 일이지만 여기서는 주로 개에 대한 납중독 증상만을 특히 설명키로 한다. 그리고 개에서의 납중독은 섭취량의 다소나 섭취경로 여하에 따라 그 독성작용에 차이가 있다. 따라서 경구적으로 10~25 g/kg를 섭취하면 致死的이고 10~25mg/kg의 소량이라도 연속적인 섭취를 하게 되면 역시 치명적 결과를 가져온다.

중독증상으로는 사람에서 처럼 소화기관의 증상이 선행된 다음 수일만에 신경증상이 나타나는데 이것은 마치 어린 강아지에서 보는 distemper로 오진되기 쉬우므로 주의를 요한다. 그러나 극히 급성중독이 아니라면 빈혈과 적혈구의 이상(有核, 크기의 大小不同 및 호염기성 斑点 등등)이 임상증상에 앞서 나타나고 好中性球의 증가를 수반하는 「백혈구과다증」이나 血色素尿를 보이는 것이 상례이다. 요컨대 혈중의 납농도가 30~50 $\mu$ g/dl이고 임상적 전형적인 증후와 혈액변상이 있으면 납중독을 우선 생각해야 하며 동시에 60 $\mu$ g/dl 이상인 때는 확실하게 납중독으로 판정할 수 있다.

## 2) 수 은(Mercury, Hg)

「金屬수은」을 비롯한 자연발생 원인 「무기수은」과 페닐수은(phenyl-Hg)이나 메틸수은(methyl-Hg)과 같은 「유기수은」 등으로 대별되고 이들 중 특히 금속수은은 물이나 약산 및 알칼리에는 불용성이나 室溫에 장시간 放置하였을 때에는 증발되어 주위의 공기를 오염시키고 만다.

일반적으로 「수은」이라고 하면 주로 「금속수은」을 말하게 되고 이것의 오염원으로서는 醫藥

品(昇, 甘, mercurome 등) 제조와 각종 농약(벼씨 소독약)제조과정을 비롯하여 체온계, 한난계, 압력계, 혈압계, 전지, 형광등 및 수은등 제조와 같은 工業과정이 위주이지만 한편 화석연료의 연소과정에 의한 대기오염도 문제일 수가 있다.

한편 有機水銀의 독성은 매우 강하여 근년에 공해병으로 주목하게 된 미나마다병(水イ臈病, minamata disease)의 원인물질인 것이다. 즉, 금속수은의 有機化現象으로서는 光化學反應, 미생물의 관여에 의한 메틸화反應 및 동물체내에서의 메틸화 등을 생각할 수 있다. 이들중 특히 미생물의 메틸수은化 능력은 강하여서 海水를 오염시킨 산업폐기물중의 수은이 미생물의 작용으로 메틸화 되고 「먹이사슬」에 의해 체조직내에 20~50ppm의 수은함량을 갖게된 어패류를 먹은 사람과 고양이는 「수은중독」이 된다. 이 밖에도 經皮的으로나 吸入에 의해서도 중독증이 걸린다.

「수은중독」에서는 소화기관의 점막에 염증이 생기거나 신장의 장애를 일으켜서 임상적으로는 胃腸炎과 尿毒症의 증상을 보인다. 특히 개와 고양이는 수은에 대한 감수성이 매우 강하다고 하나 개 보다는 고양이에서 더욱 심한 증상이 나타난다.

수은의 毒性작용으로는 단백질과의 결합침전에 의한 粘膜의 부식작용과 세포내 SH基(sulfhydryl-R)와의 결합에 의한 흡수후의 SH基系 효소의 저해작용 등을 들 수 있다. 따라서 소화기관에 대한 壞死작용이 강할 것이고 이로 인하여 경구적 섭취를 했을 때에는 이의 직접적인 작용 때문에 구강, 인후두 및 소화기관 점막이 현저하게 부식되고 만다.

수은은 분변, 타액 및 피부로 부터 배설된다 하지만 그 주된 근본은 신장이라고 하겠다. 그래서 수은은 특히 腎細尿管과 신경계통을 침해함으로써 심한 구내염, 피사성위장염, 심한 뇨세관의 피사로 인한 急性腎不全症 등이 나타난다. 특히 유기수은은 소화기관보다 신경계통과의 親和性이 강하므로 전술했던 「미나마다병」을 발생하게 된 것으로 본다. 이 병의 주 증상으로서서는 腦皮質部의 위축때문에 손가락, 입술, 혀 등의 마비와 言語 및 歩行의 장애를 수반하

는 한편 연하곤란과 청각이나 시각의 장애도 가져온다.

개나 고양이의 만성수은중독증은 마치 사람에게서 보는 증상과 비슷하여 사지마비, 후지경직, 경련, 이상운동, 소뇌성 운동실조 및 지각장애 등을 보인다. 그리고 대기오염으로 인한 吸氣인 때는 호흡곤란, 기침, 콧물, 발열, 체중감소 및 허약증세 등을 보인다. 또한 수은류 중의 알킬수은(alkyl-Hg) 같은 것은 임신부의 태반을 통한 태아의 뇌성마비를 일으키고 심할 경우 돌연변이(mutation)에 의한 奇形兒도 출생되는 일이 있어 문제시 된다.

### 3) 카드뮴(Cadmium, Ca)

오염원로서는 亞鉛鑛의 채광과정이나 아연(Zn)의 精과정에서 발생하는 Cd燻煙이나 분진 및 그의 폐기물로 오염된 대기의 흡입과 이것들이 물과 토양을 연계적으로 오염시킨 동·식물의 식품채식으로 인한 인체의 피해를 생각할 수 있다. 그리고 아연 渡金과정에서나 축전지나 엔진의 부품제조, TV제조, 비료나 농약의 제조과정 등을 통하여 공해원으로 방출되기도 한다.

따라서 Cd의 인체에 대한 피해로서는 「급성중독증상」으로 구토, 복통, 赤痢 등이 주된 증상이나 폐염이나 기관지염을 일으키는 경우도 있다. 그리고 「만성증상」으로는 취각신경의 마비와 肺氣腫 등을 일으키거나 동맥경화증과 고혈압증을 유발하기도 한다.

Cd의 중독증상중 대표적인 것으로 근년에 문제가 되고 있는 이따이 이따이병(itai-itai disease)은 뼈속의 칼슘(Ca)성분 대사가 방해받게 되어 骨軟化症을 유발함으로써 심한 관절통과 같은 痛症이 생기게 되는 한편 골절상을 쉽게 입을 수도 있게 된다.

특히 유전자의 돌연변이로 인한 각종 이변이나 發癌源이 되므로 중요시되고 때로는 생식기의 기능장애를 일으킬 수도 있다.

### 4) 니켈(Nickel, Ni)

산화작용이나 부식작용에 저항(耐久力)이 강하므로 도금이나 합금에 의한 귀금속 장식품이나 「스테인레스」금속 등의 재료로서 많이 사용되나 공해원으로 작용할 때에는 발암원물질

(carcinogen)로 작용할 수 있기 때문에 문제가 된다. 그러나 금속니켈은 거의 무독하므로 Ni單體원소만으로서의 공해는 그리 문제가 되지 않는다. 다만 왜냐하면 가용성의 니켈염화물이나 황화니켈(NiS) 및 기체상의 니켈카르보닐 [Ni(CO)]로 되었을 때 비로서 발암원으로서의 독성이 발휘되기 때문이다.

금속니켈의 대기오염원은 주로 채광이나 니켈 제련과정이라 하겠으나 이밖에도 무기적인 石棉(asbestos)나 석탄중에도 다량 함유되어 있으므로 이것들을 장기간 취급하는 공장에서는 직업병의 공해원으로 중요시 한다.

Ni(CO)<sub>4</sub> 가스의 급성피해는 대기오염에 기인된다고 보다는 오히려 작업환경의 오염이 중요하고 이로 인하여 질식, 오심, 구토 및 두통 등의 증상을 나타내며 더 심할때에는 호흡촉진, 시아노제(cyanose), 허탈 등에 빠져 치사된다. 요컨대 Ni(CO)<sub>4</sub> 가스로 인한 만성 내지 급성피해는 결과적으로 鼻癌이나 肺癌 등으로 발전될 수 있어 중요시 된다. 한편 과민반응과는 달리 Ni의 가공 장식품이 땀으로 인해 가용성염을 형성함으로써 발생하는 접촉성 피부염도 발생할 때가 있다.

### 5) 셀렌(Selenium, Se)

본래 동물의 생리기능을 완수하기에 필수적인 「미량원소」로 알려져 있어 糖의 대사과정에서 보는 脫炭酸反應에 관여하고 비타민 E의 증가나 지방분의 감소 등을 조정하기도 하며 특히 砒素(arsenium, As)에 대한 拮抗劑로서도 작용한다.

그러나 이와같은 성질을 갖는 Se이라 해도 그의 사용빈도와 범위가 증대됨으로써 이로 인한 자연계로의 오염은 가중될 것이다. 따라서 Se의 용도로서는 다양하여 전지나 전기 정류기의 제조를 비롯하여 구리, 금, 은 등의 금속제련을 할 때나 신문지, 고무, 석탄, 담배 등이 연소될 때에는 반드시 방출되기 때문에 이에 중사하는 사람에서의 「직업병」의 원인이 된다고 본다.

대기공해원으로서의 셀렌 單體元素는 용해도가 낮으므로 비교적 피해가 적지만 이의 산화물인 SeO<sub>3</sub>, SeO 및 할로젠(halogen) 화합물 등은 가용성이 높아 보다 유해하다고 보며 특히 악취나는 SeH<sub>2</sub> 가스나 알킬셀렌(alkylselenium)은 가

장 자극성이 강하고 毒性도 강하다.

셀렌에 의한 「금성중독증」으로는 코피, 기침, 현기증, 인후두의 부종, 호흡곤란 및 앞머리의 강한 두통증, 경련, 혈압강하 및 호흡의 불완전 등의 증상이 나타난다. 한편 Se의 함량이 5~10ppm 정도로서는 인체나 가축에게 「만성중독증」을 일으켜서 우울증, 피로, 소화기장애, 황단, 腹水腫, 간, 신장, 심장 및 비장장애 등을 일으킨다. 특히 Se의 분진이나 가스에 장기간 폭로되면 폐조직에 병변이 온다. 한편 인체의 Se은 모발에 축적되는 일이 많으므로 모발을 Se의 피폭시간 추적이나 전체조직중의 Se 함유량을 측정하는데 필요한 指標物로 이용된다.

#### 6) 바나듐(Vanadium, V)

광석의 분진이나 煤煙 등을 흡입함으로써 발생하는 대기공해원의 하나이다. 따라서 금속의 제련, V함유연료의 연소, 정유과정, V 합금공정을 비롯하여 황산 생산공정의 촉매( $VO_2$ )로서도 널리 이용되기 때문에 모두 대기공해원으로서 뿐만 아니라 「직업병」의 원인으로서도 중요시 된다. 즉, V의 인체에 대한 영향으로는 콜레스테롤(cholesterol) 인지질 및 지방분의 합성을 저해하거나 다른 영향물질의 대사장애를 하는 원인으로 작용한다.

따라서 대기오염에서 V이 문제가 되는 것은 오염도가 높은 대기를 흡입하는데 기인되는 만성적 폭로의 영향을 받는데 있으며 이로 인해 고빈도의 만성기관지염, 순환기계통의 질병을 발생하고 특히 이산화바나듐( $VO_2$ , 황산제조상의 촉매)에 폭로된 근로자는 「血清 콜레스테롤」의 양을 평균 10%가량 저하시키고 소화, 호흡기장애, 기침, 폐출혈, 기관지염 및 신장장애 등의 직업병적 증상을 보이는 것이 보통이다.

#### 7) 크롬(Chromium or chrome, Cr)

앞에서 잠깐 언급했던 유익한 3價크롬과 유해한 6價크롬이 있는데 특히 「6가크롬」은 자극성이 매우 강하고 腐蝕性도 있으므로 분진이나 「미스트」에 폭로될 기회가 많은 渡金工에서는 직업병으로서의 비중격 瘻孔이 생기고 만성기관지염이나 발암증상의 전구증세를 나타내지만 일시적인 이들의 흡입으로도 피부염이나 궤양을

일으켜서 죽는 일이 5%가량된다는 보고가 있다.

요컨대 크롬의 피해는 자연계의 대기오염인 경우 보다는 오히려 산화철( $FeO$ )이나 이산화마그네슘( $MgO_2$ ) 등과 함께 섞여서 고농도로 오염된 음식물 섭취로 인한 공해가 더 문제시 된다는 점이 중요시된다.

#### 8) 망간(Mangan, Mn)

망간을 함유한 화합물의 연기나 분진을 방출하는 공장지대에 인접한 주민과 망간 광산 근로자에서 폐염발생율이 많고 이로 인한 사망율도 높다는 사실로서 충분히 직업병의 심각성을 알 수 있게 한다. 그러나 가소린에 첨가되는 망간은 일반 대기오염원으로 방출되지만 그 양이 극히 미량이므로 이에 의한 폭로피해는 그리 흔하지 않다.

따라서 「금성 중독증」은 금속의 혼연 탓으로 惡寒과 金屬熱症에 의한 고열을 보이다가 결국은 폐염으로 변하지만 이 폐염은 전염성폐염과 달리 비점막 자극에 의한 鼻出血이 있다는 점이 특징이 된다. 또한 「만성 중독증」으로는 호흡기계통에서 보다는 오히려 중추신경을 해치는 일이 특징으로서 間腦가 침해되는 까닭으로 정신장애, 기억 및 판단력의 상실, 환각증, 망상 및 우울증상 등을 보이는 일이 많다.

#### 9) 아연(亞鉛, Zincture, Zn)

효소의 기능에 필수적인 마량원소로서 다른 중금속류와 마찬가지로 精製할때 혼합물로서 대기를 오염시키지만 공해면으로 중요시 되어야 할 것은 아연화합물의 연소과정에서 발생하는 「산화 아연」에 기인되는 「금속흡」이라고 보며 이로 인한 증상은 Mn에서 처럼 오한, 구토 및 고열 등을 보인다.

#### 10) 안티몬(Antimonium, Sb)

합금재료나 유리공업 등에 널리 사용되는 금속이며 그 독성은 砒素(As)와 유사하다. 안티몬은 납(Pb)나 As 등과 혼용하는 경우가 많기 때문에 공장 작업자가 그의 분진이나 흙을 흡입하는 경우에는 「직업병」을 알게된다. 그러나 일반적인 중독은 오용으로 인한 섭취가 주요원인이고 그 증상으로는 구토, 이질 및 心筋의 장애와

피부에 자극을 주는 일이다.

### 11) 코발트(Cobalt, Co)

앞에서 언급된 바와 같이 생리적으로 매우 중요한 마량원소로서 비타민 B<sub>12</sub>의 성분이지만 석탄에서 가솔린을 제조하는 과정에서 많이 합성 화학의 촉매로 사용되는 일이 많아졌기 때문에 근래에와서 환경오염원으로 인정받기 시작하였다.

대체로 대기오염원으로서의 영향은 별로 염려 없으나 공장 노동으로 인한 흡입으로 호흡을 나타낸다고 한다. 그리고 Co는 신장염, 임신중의 빈혈증 등에 치료제로 사용될때가 있기는 하나 이의 사용으로 인한 甲状腺肥大와 같은 부작용도 있어 그 사용에는 신중을 기해야 할 것이다.

## 11. 대기공해의 인식지표

앞에서 언급된바 있듯이 대기공해는 모든 생물권을 침해할 수 있겠으나 그 영향이 동물에게 미치기 이전에 전반적으로 대기공해를 認知할 수 있는 방법을 인식하여 그의 指標를 설정해둘 필요가 있다. 즉, 각종 오염물질의 형태나 그의 오염농도가 높을 때에는 누구나 인지하기가 쉽겠지만 반대로 그 오염도가 낮거나 또는 고농도로 오염되었더라도 인지하기 어려운 경우도 있으므로 그것이 오랜 시간을 경과하는 동안 동물 특히 사람의 건강을 해치게 되는 것이다.

따라서 오염 인지에 대한 객관적 지식을 갖는 것은 여러모로 편리하다고 본다. 그러나 감각적으로 인지하기 어려운 경우에는 불가피하게 화학적 微量測定法을 쓰지 않으면 모를 일이겠으나 그렇다고 모든 오염물질에 대하여 이 방법이 가능하다고는 볼 수 없는 노릇이다. 그러므로 여기서는 몇가지 일반상식적인 「인지사항」을 들어 설명하여 대기공해의 「인식지표」로 삼고저 한다.

### 1) 시각에 의한 지표인지

눈으로 보아 누구나 다 알 수 있는 일은 공장 의 굴뚝에서 배출되는 煤煙현상이라 하겠는데 이 연기속에는 화학적 물질이 많고 특히 Fe의 산화물이 대량으로 배출되고 있는 것이다. 또한

오염원 지역에서 멀리 떨어진 盆地都市가 앞이 보이지 않을 정도의 안개로 자욱히 덮여 있는 것을 경험하는데 이것은 분명히 오염물질의 정체로 인한 것이라 단정해도 무방하다. 그래서 빨래줄을 닦으면 검은 물질이 묻어 나오고 또는 외출에서 돌아왔을때 눈언저리나 鼻孔이 거무스름해진 것을 많이 경험하는 일이다.

이와같은 오염원은 분진, 매연 등의 고체입자가 주된 것이며 視覺에 의해 쉽게 인지된다. 그러나 화학물질에서는 냄새나 기타 자극성 감각에 의하지 않고서는 알 도리가 없다. 그러므로 오염원의 존재를 감각에 의해서 전혀 인지할 수 없는 것은 장기간에 걸친 영향을 판단하여 인지하는 방법밖에 별 도리가 없다.

미량으로 생체에 영향을 미치는 것에 대해서는 알지 못하는 사이에 이미 장해를 받고 있는 경우도 있으므로 이런 위험성이 있는 경우에는 吸着法을 사용하던가 아니면 「화학적 측정」을 해두는 것이 마땅하다.

### 2) 취각에 의한 지표인지

동일한 오염원 물질이라도 사람에게 따라서는 芳香(aromatic odour)이라고 느끼든가 아니면 惡臭(offensive odour)라고 느끼기도 하며 또한 같은 시삼이라도 그 때의 컨디션의 여하에 따라 다른 경우도 있을 것이다. 특히 한곳에 오래 있으면 그 嗅覺은 쉽게 마비되기 쉬우므로 냄새를 인지하지 못할때도 있는 것이다.

그러나 대부분의 동물은 嗅覺이 잘 발달되어 있어 특히 개는 사람의 취각의 1만배 능력을 가졌으므로 화학적 측정이 잘 안되는 1ppb까지도 식별이 가능하다.

일반적으로 취기는 생리적으로 유해하다고 보아야 하겠으며 취기가 높은 오염원으로서는 식육과 어육가공, 피혁공장, 제지공장 및 석유화학공장 등을 들 수 있고 한편 악취의 가스상 폐기물들로서는 인돌, 스카돌, 티오알코올, 암모니아, 아민류, H<sub>2</sub>S, 페놀류 및 아크릴알데히드 등을 들 수 있다.

### 3) 기물 오염으로서의 인지

器物에 대한 오염의 인지는 외관상으로 나타나는 오염물질과의 화학반응물이나 煤塵이라고

할 수 있으나 機器중에는 性能이 고장나므로서 비로서 인지되는 경우도 있다.

오염물질은 고체, 기체 및 액체를 불문하고 오랜기간에 축적되는 영향이 문제인데 이것은 모두 視覺에 의해서 식별되는 변화를 가져온다. 가령 장마철에 실내의 가구나 기구에서 곰팡이가 피는 것을 볼 수 있는데 이것은 곧 실내 濕氣를 측정할 수 있는 지표(모니터)가 될 것이다. 또 河川의 바닥이 검게 보이는 것은 그 물속에 단백질에 유래하는 오염( $H_2S$ )에 기인됨을 인식케 하는 지표가 된다.

그리고  $CO_2$ 의 발생은 石灰岩의 침식에 기인되며 잘 눈에 띄지 않으나 HF에 의해 유리기구가 침식되는 일도 있으며  $O_3$ 의 오염이 고무제품을 老化시키는 일은 흔히 보는 오염의 지표로 이용된다.

한편 아황산가스는 공기 중의 수분과 결합하여 아황산이되고 이것의 강한 환원성과 산성으로 인해 금속을 부식시키며 다시 이것은 공기중의 자유산소( $O_2$ )와 결합하여 황산( $H_2SO_4$ )으로 변함으로 피아노의 絃이나 기타 음악기구를 못쓰게 만드는 경우가 있는데 이것으로 신탈 습기와  $SO_2$ 의 존재지표로 삼는다. 그리고 煤塵(煤煙, smoke)은 건축물의 벽이나 지붕을 크게 오염시키지만 특히 여기에 분진이 작용하면 대기중의  $SO_2$ 가스의 흡수를 촉진하여 汚損을 배가시킨다. 플라스틱(plastics) 제품에 정전기적인 吸塵作用이 있고 「컴퓨터」가 분진이나  $SO_2$ 의 존재로 못쓰게 되는 일도 흔히 경험하는 오염면지의 인지지표가 된다.

#### 4) 식물오염에 의한 인지

많은 식물들이 오염물질에 의해 損傷되는 일이 있으므로 이것을 적당히 이용하면 대기오염의 지표로 쓸 수 있다.

즉, 대기중의 오염물질들은 나무잎의 氣孔을 통하여 그대로 침입하는 것도 있으나 대부분은

비나 안개와 함께 잎의 표면에 부착하면서 침적됨으로써 대사작용과 탄소동화에 필요한 광합성 작용이 방해되어 식물성장을 저해하고 결국은 枯死된다. 이 대표적인 예로는  $O_3$ , 황산 미스트, HF의 광화학적 「옥시단트」에 의한 손상인데 가령 담배나 누에콩 등의 연한 잎은  $O_3$ 에 대해 특히 민감하게 감응함으로써 오염물질의 지표가 될 수 있다.

식물의 오염물질에 의한 장애는 오염물질이 제거된 후에도 그 영향이 오래동안 남게 됨으로써 오염물질의 발생원을 알아낼 수도 있다. 특히 가로변의 식물들이 자동차 배기가스에 폭로되는 기회가 많으므로 광화학반응에 의한 생성물로 인한 공해도 그만큼 커서 오염의 지표로 취급되기도 한다.

#### 5) 동물의 피해로 본 인지

동물도 식물과 같이 오염의 모니터(monitor)가 가능하나 식물과 다른 점은 동물이 이동성을 가졌으므로 오염환경권에 한정되지 못하고 배설기능도 식물보다 월등이 뛰어나기 때문에 오염되어도 회복이 빠르고 그 영향이 대체로 표면화하는 일이 적다는 점이다. 그러나 昆蟲류에서는 식물 이상으로 예민하게 감응되는 것도 있고 또한 고등동물이라도 고농도 오염에 장시간 폭로되면 응당 장애를 받아 발병하게 되지만 그 증상만으로는 피해로 인지하기가 곤란하여 「모니터」로서의 본 뜻에 부합되지 못한다. 그러나 냄새나 자극에 의한 불쾌감과 咽頭粘膜의 위화감 및 視程의 이상 따위는 「모니터」로서 의미가 있다고 본다.

요컨대 환경오염인지의 주목적은 동·식물을 오염공해로 부터 防護하는데 있으므로 가령 오염의 정도나 오염원을 알 수 있다고 해도 이미 영향을 받아 피해현상이 발생한 뒤에는 아무 소용이 없음을 알아둘 필요가 있다.